

Alessandro Ferrero

Truffe con i contatori di energia elettrica

È vera truffa?

FRAUDS WITH THE ENERGY METERS. IS IT A REAL FRAUD?

An increasing number of alleged frauds, supposedly committed by posing a magnet on the electronic energy meter, are reported. This article is aimed at proving, both theoretically and experimentally, that a magnet cannot modify the energy measured by the meter. The real question is who is committing a fraud: he who ignores the operating principle of an energy meter and is "cheated" by swindlers aimed at selling magnets, or the utilities who sew him, although knowing that magnets are harmless?

RIASSUNTO

Un crescente numero di presunte frodi, apparentemente commesse appoggiando un magnete sui contatori elettronici di energia elettrica, viene denunciato. Questo articolo vuole provare, teoricamente e sperimentalmente, che un magnete non altera, né può farlo, i valori di energia misurati. La vera domanda da porsi è quindi chi truffa: coloro che, all'oscuro del principio di funzionamento di un contatore, sono "imbrogliati" da chi vuole solo vendere magneti, o i fornitori di energia che li denunciano, ben sapendo che i magneti sono innocui?

LA PROBABILE ORIGINE: UNA LEGGENDA METROPOLITANA

Quando tanti (ahimè) anni fa ero giovane studente del corso di Misure Elettriche, la famiglia di strumenti più ostica da studiare era quella degli strumenti a induzione, di cui il contatore di energia elettrica attiva era il campione. Tra correnti che generavano flussi magnetici, correnti indotte nel disco dai flussi stessi (per non parlare del magnete di freno), interazioni tra correnti indotte e flussi, sagomature del nucleo di uno degli elettromagneti, c'era di che farsi venire più di un mal di testa.

Per fortuna di noi studenti, circolava la voce – credo leggendaria (perché nessuno, almeno nessuno della mia generazione, lo aveva mai visto) – di un mitico libricino sui "100 modi per manomettere il contatore e farlo segnare di meno". Qualcuna era talmente esilarante che ci ripagava almeno in parte dei mal di testa causati dallo studio delle interazioni di cui sopra. Per la verità, essendo sparito il sacro testo (sempre che fosse esistito), quanto tra-

mandato oralmente da una generazione (di studenti) all'altra si limitava a cervellotiche manomissioni che si potevano contare sulle dita di una sola mano. Quella meno divertente, ma che suscitava più interesse tra noi studenti d'Ingegneria elettrotecnica, era quella che prevedeva di mettere un grosso magnete sopra al contatore.

In linea di principio, la cosa aveva senso. In uno strumento il cui principio di funzionamento era basato sull'equilibrio tra le diverse coppie generate dalle interazioni elettromagnetiche tra flussi magnetici e correnti elettriche, modificare questi equilibri con un robusto campo magnetico esterno faceva supporre che anche la velocità di rotazione del disco potesse essere modificata.

Le nostre discussioni di allora tentavano di chiarire, prima di tutto, se l'azione del magnete fosse sempre e comunque frenante. Visto che un magnete di freno, nel cui traferro passava il bordo del disco, c'era, l'azione frenante ci convinceva. Quello che, lo confesso, non siamo mai riusciti a calcolare, era la forma da dare al ma-

gnete e l'induzione residua necessaria per avere un'azione frenante decisa. La conclusione era che ne serviva una "troppo grande". Poi arrivò l'esame e, una volta superato, la curiosità di sapere se il trucco poteva funzionare svanì.

Il dubbio che funzionasse realmente mi è rimasto tutt'ora. Ma pensavo che, con il pensionamento dei contatori a induzione e la loro sostituzione con i nuovi contatori elettronici, anche il libro sui 100 modi per manomettere il contatore fosse finito per sempre tra le simpatiche e curiose leggende metropolitane di cui, poco a poco, svanisce la memoria. Per fortuna delle nuove generazioni di studenti, i contatori elettronici elaborano i segnali in forma numerica e non ci sono più flussi magnetici e correnti indotte da poter modificare con magneti esterni.

I FALSI MITI NON MUOIONO MAI

Immaginate la sorpresa quando mi sono imbattuto in un recente articolo del Messaggero di Roma dall'eloquente titolo: "Roma, ruba 24 mila euro di energia elettrica con una calamita sul contatore: arrestato" (lo trovate qui: www.ilmessaggero.it/roma/cronaca/roma_ruba_truffa_energia_elettrica-1253592.html). Al momento ho pensato che si trattasse ancora di un vecchio contatore a induzione. Invece no: le foto a corredo dell'articolo mostravano un contatore elettronico con un magnete appoggiato sopra. Pensando a un caso isolato, ho cercato "magnet e contatori" su un motore di ricerca Internet. Alla quarta pagina di risultati relativi ad altre de-

DEIB - Politecnico di Milano
alessandro.ferrero@polimi.it

nunche per lo stesso motivo, mi sono arreso in preda alla più nera crisi esistenziale. Credevo, dopo una vita passata a studiare metodi e strumenti di misura basati sull'elaborazione numerica di segnali, di conoscerli a sufficienza per poter escludere che un magnete, per quanto potente, potesse alterare i risultati di misura. Invece la rete era contro di me. E, di questi tempi, avere contro la rete son dolori!

Rete o no, scienza e tecnica sono una cosa seria. E richiedono che ogni ipotesi venga verificata sia attraverso un adeguato modello teorico, sia attraverso una seria indagine sperimentale. È quello che intendo fare brevemente nel seguito, perché ritengo che anche la reputazione e la libertà dei singoli siano una cosa seria, e non possano essere messe a repentaglio da qualche falso mito privo di riscontri oggettivi.

È doverosa tuttavia una premessa. La definizione di un modello e una indagine sperimentale compiuta richiedono una conoscenza per quanto possibile completa dell'oggetto in prova. In questo caso sarebbe necessario avere a disposizione gli schemi elettrici del contatore e uno o più esemplari sui cui eseguire, in un Laboratorio adeguatamente attrezzato, misure effettuate nelle stesse condizioni di misura, in presenza e assenza di magneti, per verificarne gli effetti. Avrei voluto poterlo fare, ma gli schemi dei contatori elettronici sono *top secret* e non è possibile acquistarne uno per provarlo. Quindi ho dovuto fare di necessità virtù e sopperire con l'esperienza alla mancanza d'informazioni più accurate. Come vedrete, i risultati sono significativi.

CONSIDERAZIONI TEORICHE

I contatori elettronici di energia attiva campionano e convertono in formato numerico i segnali di tensione e corrente. La potenza istantanea, la potenza media e l'energia transitante nella sezione di misura sono ottenute elaborando numericamente i campioni di tensione e corrente. Il cuore del contatore elettronico è quindi un dispositivo di elaborazione numerica di segnali, totalmente statico, e quindi im-

mune, per sua stessa natura, ai campi magnetici stazionari quali quelli generati da un magnete posto nelle vicinanze del contatore stesso.

I segnali di corrente e tensione in ingresso al contatore hanno livelli non compatibili con le dinamiche dei dispositivi elettronici. Sono quindi necessari opportuni trasduttori d'ingresso per ridurre il livello e garantire l'isolamento. Il tipo di trasduttori impiegati non è noto, ma due sole sono le soluzioni praticabili, anche dal punto di vista del costo: piccoli TA e TV, oppure partitori di tensione e *shunt*, seguiti, se necessario, da un amplificatore d'isolamento. La seconda soluzione, la più probabile (non foss'altro che per motivi di minor costo e ingombro), è per sua natura immune ai campi magnetici stazionari. Viceversa TA e TV potrebbero, almeno teoricamente, essere influenzati da un campo magnetico stazionario. Infatti, un campo magnetico stazionario potrebbe portare a saturazione il nucleo ferromagnetico dei trasformatori di misura e, di conseguenza, ridurre l'ampiezza dei segnali in uscita. Effetti significativi, però, anche utilizzando magneti ad alta induzione residua, si possono avere solo se il magnete è posizionato in prossimità di TA e TV. Altrimenti il campo è talmente debole da non dare alcun effetto apprezzabile.

Anche qui, non conoscendo come sono realmente assemblati i contatori, si possono fare solo ipotesi. In tutte le foto e descrizioni delle truffe denunciate, il magnete risultava appoggiato sulla parte superiore del contatore, dove sono posizionati il *display* e, verosimilmente, i circuiti d'interfaccia con il *display* stesso. È assai poco verosimile che i trasduttori di tensione e corrente siano posizionati nella parte alta del contatore, anche considerato che i morsetti d'ingresso e uscita sono posizionati nella parte bassa del contatore. Regole di buona progettazione suggeriscono di posizionare i trasduttori il più vicino possibile ai morsetti d'ingresso, ed è quindi ragionevole supporre che essi si trovino realmente nella parte del contatore dove diventa praticamente impossibile appoggiare magneti delle dimen-

sioni di quelli visti nelle foto degli articoli sopra citati.

Sembra quindi lecito affermare, sulla base delle considerazioni su esposte, che anche nel caso (peraltro poco probabile) di trasduttori realizzati con TA e TV tradizionali, la presenza di un magnete appoggiato sul contatore abbia effetti del tutto trascurabili.

CONFERMA SPERIMENTALE

Visto che le considerazioni teoriche lasciano qualche margine di dubbio, s'impone una qualche verifica sperimentale. Come già detto, non è possibile prendere un contatore elettronico di quelli impiegati dai distributori e portarlo in Laboratorio. Bisogna quindi inventarsi un esperimento sufficientemente accurato e significativo da effettuare in campo. Per fortuna i nuovi contatori hanno un LED che lampeggia a ogni wattora conteggiato. Il LED sostituisce, di fatto, la funzione che aveva la tacca rossa del disco dei vecchi contatori a induzione, e permette di valutare l'energia misurata in un intervallo dato da un prefissato numero di lampeggi. Misurando il tempo trascorso tra il primo e l'ultimo lampeggio contato è possibile misurare la potenza media nell'intervallo di tempo considerato. Se il carico alimentato a valle del contatore è noto e costante, è possibile valutare eventuali differenze tra valori misurati in presenza o meno di un magnete. Basta dunque disporre di un contatore, di un magnete e di un carico costante e noto. Il magnete mi è stato prestato dal collega Mario Ubaldini, da sempre mio riferimento per tutto ciò che ha a che fare con i campi magnetici. È un magnete al neodimio-ferro-boro, di dimensioni $60 \times 20 \times 15 \text{ mm}^3$, con induzione residua di 1,2 T. Quanto al contatore, ho deciso di far fare da cavia a quello di casa. Lo vedete in Fig. 1, senza magneti (a) e con il magnete (b) nella tipica posizione in cui è stato rinvenuto nei casi denunciati di truffa.

In via preliminare ho misurato il consumo di *background* al momento della prova, consumo che è risultato essere intorno ai 200 W. Ho quindi collegato una stufetta a resistenza, di



Figura 1 – Foto del contatore utilizzato nelle prove, in assenza di magnete (a) e in presenza di magnete (b)

potenza nominale pari a 2.000 W. Ho cronometrato gli intervalli di tempo corrispondenti a 30, 60 e 90 lampeggi del LED. Ho poi posizionato il magnete e ripetuto le misure.

La Fig. 2 mostra i valori misurati di potenza media assorbita per ognuna delle prove. L'unica sorgente d'incertezza, oltre all'incertezza del contatore che, non variando nel tempo di prova non viene considerata nel confronto, è quella legata ai tempi di reazione dell'operatore nel far partire e arrestare il cronometro (decisamente prevalente rispetto a quella del cronometro al quarzo utilizzato). Ho considerato un'incertezza (abbastanza cautelativa) di 0,5 s. Considerando che agisce in modo casuale su avvio e arresto del cronometro, l'incertezza tipo sulla valutazione dell'intervallo di tempo risulta essere di $0,5 \text{ s} \sqrt{2} = 0,71 \text{ s}$. Ho quindi valutato la potenza media misurata e l'intervallo di possibile variazione dovuto all'incertezza estesa ($K=2$) nella misura del tempo.

I valori in rosso in Fig. 2 mostrano i risultati in assenza di magnete e quelli in blu i risultati in presenza di magnete. Come si vede, i risultati sono fra loro compatibili e tali da non giustificare differenze nei valori misurati nelle due condizioni.

Per chi volesse verificare la procedura seguita, mi sono divertito a filmarla e a renderla disponibile su YouTube:

<https://youtu.be/QsHEwuwOU1s>.

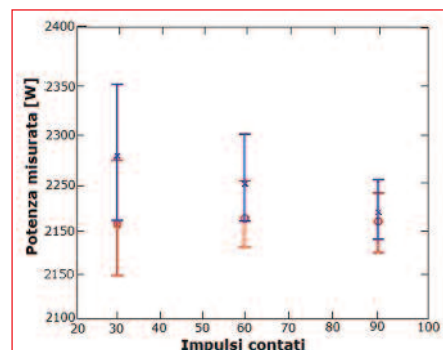


Figura 2 – Valori misurati di potenza media in assenza di magnete (o rosse) e in presenza di magnete (x blu)

Per completezza d'indagine, ho ripetuto le misure spostando il magnete in diversi punti lungo l'involucro del contatore, e in particolare in prossimità dell'interruttore generale dove, verosimilmente, si trovano i trasduttori. In tutti i casi ho ottenuto risultati simili a quelli di Fig. 2. Appare quindi lecito concludere che anche la verifica sperimentale ha confermato l'insensibilità dei contatori elettronici ai campi magnetici stazionari.

DOV'È LA TRUFFA?

Finora ho affrontato il problema con un tono volutamente "leggero" perché, affrontata da un punto di vista strettamente tecnico, tutta la faccenda sembra degna dei "soliti noti". Purtroppo però l'intera questione è tutt'altro che comica, dal momento che ci sono decine, se non centinaia d'indagati per una truffa e un furto che, nonostante tutta la volontà di commetterli, non potevano tecnicamente essere commessi, come sopra argomentato. Non sorprende che in un Paese sommamente ignorante di questioni metrologiche, qualche centinaio di sprovveduti si facciano abbindolare da chi gli vende a caro prezzo un magnete promettendogli miracolosi risparmi in bolletta. Sorprende invece che i distributori, che dovrebbero avere ben altre competenze, credano possibile alterare le misure appoggiando un magnete sopra lo strumento, e sorprendono ancora di più i provvedimenti, anche restrittivi, presi dalla magistratura inquirente senza alcun riscontro sperimentale condotto da laboratori accreditati e indipendenti.

Lascia anche perplessi il fatto che la Raccomandazione R46-1-2013 dell'OIML [1] richiede che, per contatori di classe B, le variazioni di errore massimo ammissibili siano contenute nel $\pm 1,5\%$ in presenza di un campo magnetico stazionario esterno fino a 200 mT a una distanza di 30 mm dalla superficie del nucleo, per i contatori che abbiano al loro interno nuclei di materiale ferromagnetico. Inoltre la MID [2] prescrive, sempre per i contatori di classe B, variazioni di

errore massimo ammissibili entro il 2% in presenza di campi magnetici di cui non si precisa natura e valore.

Sembrerebbe quindi che sia compito di chi produce, commercializza e utilizza lo strumento garantire che queste funzioni correttamente anche in presenza di campi magnetici esterni. Se così fosse, la presenza di magneti appoggiati al contatore non dovrebbe avere alcun effetto e quindi, tecnicamente, non sembrerebbero esserci i presupposti per la truffa.

A chi scrive, con qualche competenza tecnica, ma nessuna competenza giuridica, viene il dubbio che la vera truffa non sia commessa dagli sprovveduti creduloni che inseguono falsi miti. Spero che l'Avv. Scotti, che cura la rubrica di Metrologia Legale su questa rivista, trovi il tempo, in uno dei suoi prossimi interventi, per dirci se il dubbio ha un minimo di fondamento, o è altrettanto campato in aria della pretesa di "rallentare" il contatore con un magnete.

BIBLIOGRAFIA

1. International recommendation OIML R46-1-2013 "Active electrical energy meters. Part 1: Metrological and technical requirements".
2. Direttiva 2014/32/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di strumenti di misura.



Alessandro Ferrero è Professore Ordinario di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso il Politecnico di Milano. Si occupa di misure sui sistemi elettrici di potenza, di elaborazione numerica di segnali, di metodi di valutazione ed espressione dell'incertezza di misura e di metrologia forense. Ha presieduto il GME nel triennio 2004-2007 e la Instrumentation and Measurement Society dell'IEEE nel biennio 2008-2009. Attualmente è Editor in Chief delle IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

trici di potenza, di elaborazione numerica di segnali, di metodi di valutazione ed espressione dell'incertezza di misura e di metrologia forense. Ha presieduto il GME nel triennio 2004-2007 e la Instrumentation and Measurement Society dell'IEEE nel biennio 2008-2009. Attualmente è Editor in Chief delle IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.